

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-083509

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/13357
G09F 9/00

(21)Application number : 11-261189

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 14.09.1999

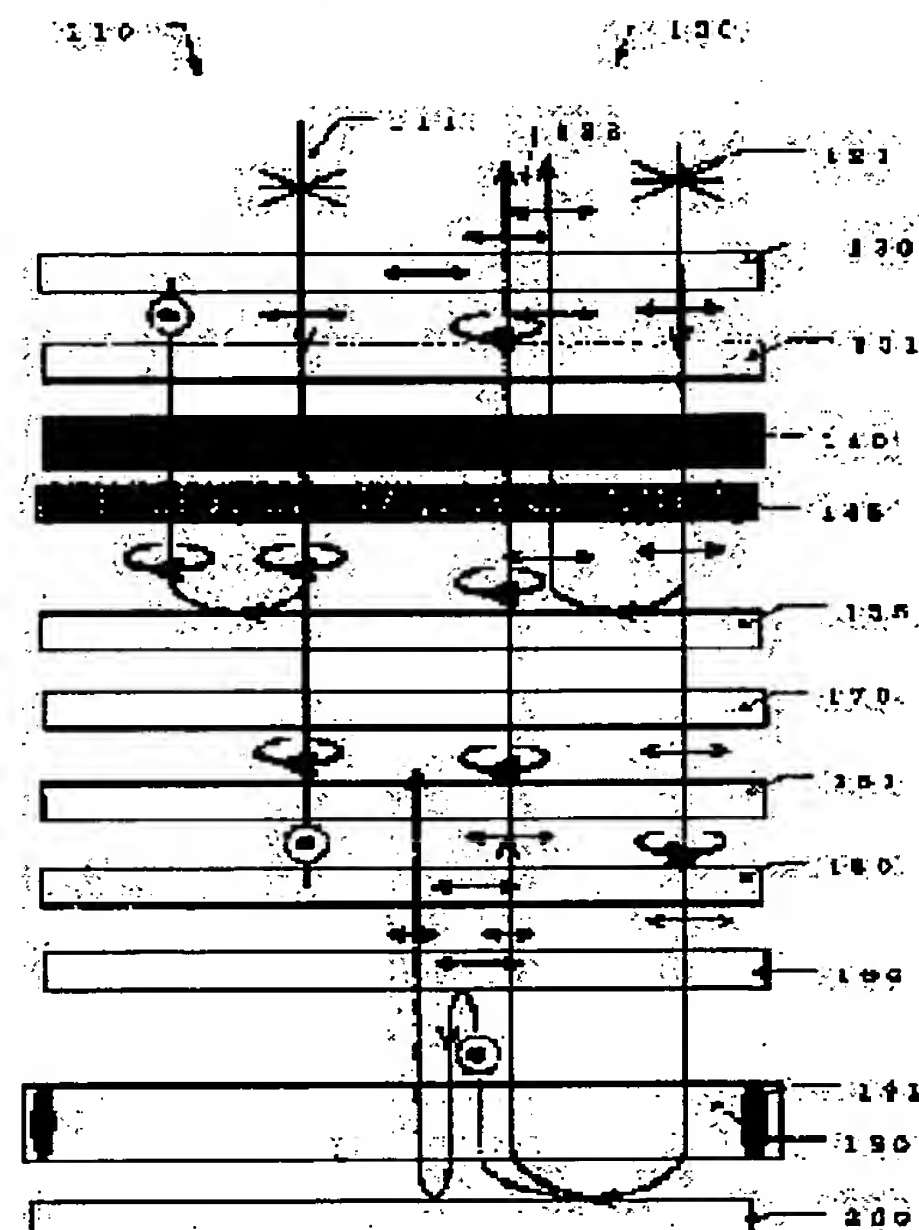
(72)Inventor : IIJIMA CHIYOAKI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ELECTRONIC INSTRUMENT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semitransmissive-reflective liquid crystal display device without any double image due to parallax.

SOLUTION: A semitransmissive-reflective layer 135 is arranged between a liquid crystal layer 140 and an illuminator 190. The illuminator 190 is provided with a light source 191 and a nearly transparent light transmission body 190. A light reflection means 200 is arranged on the rear side of the light transmission body 190. A light diffusing means 170 having frontal scattering characteristics is arranged between the semitransmissive-reflective layer 135 and the illuminator 190.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Best Available Copy

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

[Claim(s)]

[Claim 1] In the liquid crystal display equipped with the liquid crystal panel which comes to insert a liquid crystal layer between the translucency substrates of a couple, and the lighting system arranged at the tooth-back side of this liquid crystal panel The transflective reflective film is prepared between said liquid crystal layers and said lighting systems. Said lighting system the light source and abbreviation -- the liquid crystal display characterized by having a transparent transparent material, coming to prepare a light reflex means in the tooth-back side of said transparent material, and establishing an optical diffusion means to have a forward-scattering property, between said transflective reflective film and said lighting systems.

[Claim 2] a liquid crystal display according to claim 1 -- setting -- alienation with said optical diffusion means and said light reflex means -- the liquid crystal display with which Hayes value [of said optical diffusion means] H (%) is characterized by filling the relation of $H \geq -200d + 140$ when a dimension is set to d (mm).

[Claim 3] The liquid crystal display characterized by preparing the light filter layer possessing the coloring field of two or more colors from said transflective reflective film in a liquid crystal display according to claim 1 or 2 at an upper part side.

[Claim 4] Set to a liquid crystal display according to claim 1 to 3, and a polarization means to make incident light penetrate or absorb according to the polarization component is established between said lighting system and said transflective reflective film. It is the liquid crystal display characterized by establishing a reflective polarization means to penetrate or reflect incident light according to the polarization component, between said polarization means and said lighting systems, and the transparency shaft orientations of said polarization means and said reflective polarization means being parallel in general.

[Claim 5] The liquid crystal display characterized by said transparent material being abbreviation isotropy in a liquid crystal display according to claim 1 to 4.

[Claim 6] The liquid crystal display characterized by for said transparent material having the optical anisotropy and the direction of an optical axis of this transparent material having regularity in a liquid crystal display according to claim 1 to 4.

[Claim 7] Electronic equipment characterized by carrying the liquid crystal display of a publication in either as a display among claim 1 thru/or claim 6.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the transflective reflective mold liquid crystal display which has the transparency mold display function which is made to carry out incidence of the light from the lighting system formed in the rear-face side of said liquid crystal panel to said liquid crystal panel, and displays it on it. [the reflective mold display function which is made to reflect the outdoor daylight which carries out incidence from the front-face side of a liquid crystal panel about a liquid crystal display, and is displayed, and]

[0002]

[Description of the Prior Art] As a transflective reflective mold liquid crystal display which has the transparency mold display function which is made to carry out incidence of the light from the lighting system formed in the reflective mold display-function [which is made to reflect the outdoor daylight which carries out incidence from the front-face side of a liquid crystal panel, and is displayed], and rear-face side of said liquid crystal panel to said liquid crystal panel conventionally, and is displayed, the liquid crystal display of a transflective reflective mold given in JP,7-318929,A is well-known.

[0003] If shown in this well-known transflective reflective type of liquid crystal display, in being bright in a perimeter, it displays from the front-face side of a liquid crystal panel by making the aluminum film reflect the outdoor daylight which carries out incidence by the transflective echo which prepared opening.

And if it is when dark in a perimeter, opening which prepared the light from the lighting system formed in the rear-face side of a liquid crystal panel in that of the transflective reflective film is passed, and a transparency mold display is performed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the liquid crystal display of the transflective reflective mold in the above-mentioned well-known technique, the metal membrane formed thinly enough so that the metal membrane or light which prepared opening as transflective reflective film could be penetrated is adopted. Therefore, since only the light which a light reflex was not performed in this opening on the occasion of a reflective mold display, but penetrated this opening when it was a transparency mold display can be used, the technical problem that the utilization effectiveness of light is dramatically bad occurs.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In the liquid crystal display equipped with the liquid crystal panel which is made in order that this invention may solve the above-mentioned problem, and comes to insert a liquid crystal layer between the translucency substrates of a couple, and the lighting system arranged at the tooth-back side of this liquid crystal panel The transflective reflective film is prepared between said liquid crystal layers and said lighting systems. Said lighting system the light source and abbreviation -- it is characterized by having a transparent transparent material, forming the light reflex means in the tooth-back side of said transparent material, and establishing an optical diffusion means to have a forward-scattering property, between said transflective reflective film and said lighting systems.

[0006] according to the liquid crystal display of this invention, since the outdoor daylight which carried out incidence to the liquid crystal panel, and penetrated the transflective reflective film can penetrate the transflective reflective film by being reflected by the light reflex means formed in the tooth-back side of a transparent material, in the case of a reflective mold display, the utilization effectiveness of light is markedly alike and improves. However, in the liquid crystal display which arranges a lighting system etc. between the transflective reflective film and a light reflex means, the distance d of a liquid crystal layer and a light reflex means will become comparatively big. Therefore, the outward trip of the light which passes a liquid crystal layer depending on whenever [incident angle θ of the outdoor daylight which carries out incidence to a liquid crystal panel] differs from a return trip, and it becomes the cause of the duplex projection by parallax (parallax). In the liquid crystal display of this invention, this parallax is solved with an optical diffusion means to have a forward-scattering property. That is, the outdoor daylight which passed the transflective reflective film passes an optical diffusion means, and by the time it reached the light reflex means, after fully being spread, it is reflected by the light reflex means and it once passes the transflective reflective film again. Since the light which passes the transflective reflective film is the fully diffused light, the duplex projection by parallax is reduced.

[0007] A metal membrane thin enough etc. can be used so that the metal membrane in which it ***** (ed) at the liquid crystal panel inner surface side, and opening was prepared as transflective reflective film in the liquid crystal display of this invention so that light transmission might be possible, or light transmission may be possible. Of course, although the transflective reflective film may be prepared in a liquid crystal panel outside surface side, since the duplex projection by the light which originated in the substrate thickness of a liquid crystal panel, and was reflected by the transflective reflective film in that case arises, it is good to prepare the transflective reflective film in a liquid crystal panel inner surface side preferably.

[0008] As a light reflex means in the liquid crystal display of this invention, as a reflection factor is high, it is more desirable. Therefore, it is better than the white reflecting plate used for the common lighting system for liquid crystal displays to use metal membranes, such as aluminum or silver.

[0009] As an optical diffusion means in the liquid crystal display of this invention, the layer which consisted of particles (MgF_2 , CaF_2 , LiF , NaF , BaF , or silica particle) with a refractive index smaller than the resin (the polyester system resin, amino resin, polyurethane system resin, etc.) and this resin of a with a refractive index of 1.6 or less low refractive index can be used.

[0010] Since the outdoor daylight which has once penetrated the transflective reflective film in the case of a reflective mold display is reusable according to the liquid crystal display of this invention, a very bright reflective mold display is realized. Therefore, since the permeability of a transflective reflection layer can be set up comparatively highly, the display in the case of a transparency mold display also becomes bright. When light transmittance of the transflective reflective film is made into 25% or more, even if it is more specifically, it is checked by experiment of this invention person that the display of a reflective mold bright enough is obtained.

[0011] In addition, since it is lost and will have [as for which the amount of outdoor daylight reflected by

the transfective reflective film becomes empty] an adverse effect on the vividness of a color when it is going to indicate by colorization using a light filter (after-mentioned) if the above-mentioned permeability is made not much high, the light transmittance of the transfective reflective film is desirable in it being 80% or less.

[0012] this invention person conducted the experiment about the parallax which originates in the distance of a light reflex means and a liquid crystal layer, and is generated. And drawing 7, after making the display incline 30 degrees so that it may be shown, incidence was carried out from the direction to which incident light was leaned 45 degrees to the display, and a watcher observes parallax from right above and, as for this experiment approach, obtained the experimental result of a table 1. in addition, the Hayes value H in a table 1 -- the diffusion coefficient (5 - 95%) of the optical diffusion plate 170, and alienation -- a dimension d -- alienation with the optical diffusion plate 170 and the light reflex plate 200 -- the dimension (mm) is shown, respectively.

[0013]

[A table 1]

H / d	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
15	△	×	×	×	×	×
24	○	△	×	×	×	×
47	○	○	○	×	×	×
82	◎	○	○	○	△	×
95	◎	○	○	○	○	×

[0014] axis-of-abscissa = -- alienation -- dimension d (mm)

Axis of ordinate = Hayes value H (%)

○ : -- **: which the shadow faded, and ○:shadow with an intelligible display faded, and has been reflected -- the Hayes value H which it is got blocked and parallax does not produce and alienation to which x:shadow to which a little worrisome shadow is reflected is reflected clearly -- it will be set to $H \geq -200d + 140$ if relation with a dimension d is expressed as a formula. Moreover, the liquid crystal display of this invention is characterized by preparing the light filter layer possessing the coloring field of two or more colors in the upper part side from said transfective reflective film.

[0015] Although the liquid crystal display of this invention is a thing about the liquid crystal display of the transfective reflective mold in which the colorization display which used the light filter is possible, it has a trouble of color mixture besides duplex projection of a **** in the reflective mold display of the liquid crystal display of such a transfective reflective mold. That is, when the outward trip of the light which passes a liquid crystal layer at the time of a reflective mold display differs from a return trip, it is with the outward trip of light, and a return trip, and is the color mixture which originates in passing through a different coloring field, and is started. According to this invention, the outdoor daylight which passed the light filter passes an optical diffusion means, and after it will fully be spread by the time it reaches a light reflex means, and a color is mixed, it is reflected by the light reflex means and it once passes through each coloring field of a light filter again. That is, since the spectrum of the light which was once mixed and became a near color white will be again carried out with a light filter, color mixture is reduced. About the location in which a light filter is prepared, in order to color both the light which reflected the transfective reflective means, and the light reflected with the light reflex means on the tooth back of a transparent material, it is necessary to prepare in an upper part side from the transfective reflective film. By the way, when performing a colorization display using a light filter, in order to take out a vivid color, it is necessary to, make the transfective reflective film and a light filter approach if possible, to prepare, and to lose the parallax between a liquid crystal layer, the transfective reflective film, and a light filter (parallax). Therefore, the transfective reflective film is prepared on a liquid crystal layer the tooth-back side substrate of a liquid crystal panel side, and the configuration which also prepares a light filter on a liquid crystal layer the tooth-back side substrate of a liquid crystal panel side is the most desirable.

[0016] As a coloring field of this invention, when it has three coloring fields, a red system, a blue system, and a green system, it is desirable. Full colorization is attained by making it these three colors. Furthermore, it is because the white light can be acquired by making a red system, a blue system, and a green system fully mixed with an optical diffusion means.

[0017] In addition, although there are an optical selective reflection layer, a phase contrast layer, etc. using an optical interference filter, a hologram, cholesteric liquid crystal, etc. as a light filter, the light filter which was with the color or the pigment is the most desirable from the ease of carrying out of manufacture.

[0018] Moreover, between said lighting system and said transflective reflective film, a polarization means make incident light penetrate or absorb according to the polarization component is established, a reflective polarization means penetrate or reflect incident light according to the polarization component is established between said polarization means and said lighting systems, and, according to the liquid crystal display of this invention, the transparency shaft orientations of said polarization means and said reflective polarization means are characterized by the thing parallel in general.

[0019] If it is when performing a transparency mold display generally using the liquid crystal display of the transflective reflective mold using the liquid crystal panel of TN (twisted nematic) mold, the liquid crystal panel of a STN (super-twisted nematic) mold, or the liquid crystal panel of an ECB (electrically controlled birefringence) mold, after arranging polarization of the light from a lighting system, it is necessary for a liquid crystal panel to carry out incidence. It set on the conventional technique (JP,7-318929,A), and polarization of the light from a lighting system is arranged using the polarizing plate which makes light absorb and penetrate according to a polarization component. However, when this polarizing plate was used, since more than one half of the light from that of a lighting system will be absorbed with a polarizing plate, the utilization effectiveness of light (lighting system) was bad, and had given especially an indication of a transparency mold dark.

[0020] According to the liquid crystal display of this invention, among the light which carries out outgoing radiation from a lighting system, only the light of a polarization component equal to the transparency shaft orientations of a polarization means and a reflective polarization means penetrates a polarization means and a reflective polarization means, and irradiates a liquid crystal panel. The light of a polarization component different on the other hand from it is reflected by the reflective polarization means. And it is reflected by the light reflex means and incidence is again carried out to a reflective polarization means. And while repeating the echo between a reflective polarization means and a light reflex means, the polarization direction changes and any penetrate a polarization means and a reflective polarization means. Therefore, it can use effectively, without making the light from a lighting system absorb with a polarizing plate.

[0021] As a reflective polarization means in this invention, the reflective polarizer of the structure shown, for example in drawing 1 can be used. The reflective polarizer 160 has the structure where two or more layer laminating of the two different layers 1 (A horizon) and 2 (B horizon) was carried out by turns. It differs from the refractive index (n_{AX}) of the direction of X of A horizon 1, and the refractive index (n_{AY}) of the direction of Y. The refractive index (n_{BX}) of the direction of X of B horizon 2 and the refractive index (n_{BY}) of the direction of Y are equal. Moreover, the refractive index (n_{AY}) of the direction of Y of A horizon 1 and the refractive index (n_{BY}) of the direction of Y of B horizon 2 are equal.

[0022] Therefore, this reflective polarizer 160 of the linearly polarized light of the direction of Y is penetrated among the light which carried out incidence to the reflective polarizer 160 from the direction vertical to the top face 5 of this reflective polarization means 160, and outgoing radiation is carried out as a light of the linearly polarized light of the direction of Y from an underside 6. Moreover, among the light which carried out incidence from the direction vertical to the underside 6 of the reflective polarizer 160 at the reflective polarizer 160, the light of the linearly polarized light of the direction of Y penetrates this reflective polarizer 160 conversely, and it carries out outgoing radiation to it as a light of the linearly polarized light of the direction of Y from a top face 5. Here, the thing of the direction of direction Y to penetrate is called a transparency shaft.

[0023] On the other hand, when thickness [in / for the thickness in the Z direction of A horizon 1 / the Z direction of tA and B horizon 2] is set to tB and wavelength of incident light is set to λ , it is $tA \cdot n_{AX} + tB \cdot n_{BX} = \lambda/2$. (1)

By making it become, it is the light of wavelength λ and the direction of X is reflected for the light of the linearly polarized light of the direction of X by this reflective polarizer 160 as a light of the linearly polarized light among the light which carried out incidence to the reflective polarizer 160 from the direction vertical to the top face 5 of the reflective polarizer 160. Moreover, it is the light of wavelength λ and the light of the linearly polarized light is reflected in the underside 6 of the reflective polarizer 160 by this reflective polarizer 160 as a light of the linearly polarized light of the direction of X. Here, the thing of the direction of direction X to reflect is called a reflective shaft.

[0024] And when changing variously the thickness tA in the Z direction of A horizon 1, and the thickness tB in the Z direction of B horizon 2 and making it the above (1) materialized over the full wave length range of the light The light of the linearly polarized light of the direction of X is reflected as a light of the linearly polarized light of the direction of X not only covering a single color but covering all the white lights, and the reflective polarizer which makes the light of the linearly polarized light of the direction of Y penetrate as a light of the linearly polarized light of the direction of Y is obtained. Such a reflective

polarizer is indicated by the international disclosure official report (WO 95/17692). In addition, the component of the structure which pinched the cholesteric-liquid-crystal layer with $\lambda/4$ plate also has a reflective polarization function.

[0025] Moreover, the liquid crystal display of this invention is characterized by said transparent material being abbreviation isotropy.

[0026] When the optical anisotropy of a transparent material is large, a display appearance may color and color nonuniformity may occur. Then, if a transparent material carries out near to isotropy optically, a display appearance will not color, or color nonuniformity will not occur, and a display will become bright.

[0027] Moreover, it is characterized by for said transparent material having the optical anisotropy and being regular in the direction of an optical axis of this transparent material. When the direction of an optical axis has the regularity called the fixed direction, i.e., optically uniaxial, or optically biaxial, it can be abolished that color nonuniformity occurs.

[0028] Moreover, the electronic equipment of this invention is characterized by carrying as a display the liquid crystal display of one of the structures described above.

[0029] Next, detailed explanation of the display principle of the liquid crystal display of this invention is given using drawing 2 and drawing 3. In addition, drawing 2 is drawing for explaining the case where incidence is carried out to the display with which outdoor daylight used this reflective polarization means, and drawing 3 is drawing for explaining the case where the light source lights up.

[0030] Drawing 2 is drawing for explaining the case where incidence is carried out to the display with which outdoor daylight used this reflective polarization means 160. In this display, the phase contrast plate 131 and the polarizing plate 130 are formed in the TN liquid crystal 140 upside. The light filter 145 of three colors of red, green, and blue, the optical transfective reflective film 135, the $\lambda/4$ phase-contrast plate 151, the polarizing plate 150, and the reflective polarization means 160 are formed in the TN liquid crystal 140 bottom at this order. Moreover, the lighting system with which the transparent material 190 which can carry out outgoing radiation of the light from the light source 191 from the lower part of the reflective polarization means 160, and the reflecting plate 200 were formed in the bottom of the reflective polarization means 160 is arranged. The transfective reflective film 135 reflects a part of light, and enables it to have penetrated a part of [remaining] light using what made the hole in a part of thin film or metal membrane by the metal membrane containing aluminum or silver.

[0031] With reference to drawing 2, left-hand side of this display under outdoor daylight is made into the electrical-potential-difference impression section 110, and right-hand side is explained as electrical-potential-difference the non-impressed section 120. In the right-hand side electrical-potential-difference non-impressed section 120, the natural light 121 turns into the linearly polarized light of a direction parallel to space with a polarizing plate 130, after that, the phase contrast plate 131 and the TN liquid crystal 140 are passed, it becomes the linearly polarized light, a part of light reflects by the transfective reflective film 135, and the light of the remainder part penetrates. A part of reflected light passes the TN liquid crystal 140 and the phase contrast plate 131 again, turns into the linearly polarized light of a direction parallel to space, and carries out outgoing radiation of the polarizing plate 130. Moreover, after being spread with the transmitted light diffusion plate 170 in which a part of light has a forward-scattering property by remaining, it becomes the circular polarization of light with $\lambda/4$ phase-contrast plate 151, and with a polarizing plate 150, it becomes the linearly polarized light, the reflective polarization means 160 is penetrated as the linearly polarized light of a direction parallel to space, the transparent transparent material 190 is passed, and it reflects with a reflecting plate 200. Since sufficient distance is established by the transparent material 190, the reflective polarizing plate, the $\lambda/4$ phase-contrast plate 151, and the polarizing plate 150 grade between the optical diffusion plate 170 and the reflecting plate 200 Light passes a transparent material 190, the reflective polarization means 160, and a polarizing plate 150 again, and it is reflected with a reflecting plate 200 in the condition of fully having been spread. It becomes the circular polarization of light with $\lambda/4$ phase-contrast plate 151, the transfective reflective film 135, the TN liquid crystal 140, and the phase contrast plate 131 are passed with the circular polarization of light, and a part of light carries out outgoing radiation as the linearly polarized light with a polarizing plate 130. Therefore, since light passes a light filter 145, it is colored. In addition, although the optical diffusion plate is formed in drawing 1 between the transfective reflecting plate, and the $\lambda/4$ phase-contrast plate 151, if there is a transparent material 190 when it is comparatively thicker than a reflective polarizing plate, the $\lambda/4$ phase-contrast plate 151, and polarizing plate 150 grade, an optical diffusion plate may be arranged in which location between transfective reflecting plates.

[0032] Moreover, the linearly polarized light of a direction vertical not only to the linearly polarized light of a direction parallel to space but space is included in the light reflected with the reflecting plate. It is

reflected by the reflective polarization means 160, and is again reflected with a reflecting plate 200, the polarization direction is changed, and the linearly polarized light of a direction vertical to such space turns into the linearly polarized light of a direction parallel to space in part, and passes the reflective polarization means 160. By repeating this, light can be used effectively and it becomes bright. Thus, since the light which carried out incidence at the time of no electrical-potential-difference impressing can be used effectively with the reflective polarization means 160, a bright display is obtained. Moreover, since the light reflected by the transfective reflective film 135 is also used, it is shadowless and becomes vivid. [0033] In the left-hand side electrical-potential-difference impression section 110, it becomes the circular polarization of light, if the natural light 111 turns into the linearly polarized light of a direction parallel to space with a polarizing plate 130 and passes the phase contrast plate 131 and the TN liquid crystal 140 after that, by the transfective reflective film 135, a part of light will turn into the circular polarization of light of the hand of cut of hard flow, it will reflect, and a part of [remaining] light penetrates. A part of reflected light passes the TN liquid crystal 140 and the phase contrast plate 131 again, turns into the linearly polarized light of a direction vertical to space, and is absorbed with a polarizing plate 130. Moreover, the transmitted, remaining light turns into the linearly polarized light of a direction vertical to space with $\lambda/4$ phase-contrast plate 151, and is absorbed with a polarizing plate 150. That is, it becomes dark. Thus, in the electrical-potential-difference non-impressed section 120, it can use effectively with the reflective polarization means 160, and it becomes the outgoing radiation light 122 colored with the light filter 145, and in the electrical-potential-difference impression section 110, the reflected light is absorbed with a polarizing plate 130 and a polarizing plate 150, and becomes dark.

[0034] Next, if drawing 3 is referred to, the display is the same as drawing 2.

[0035] When the light source 191 is on, in the right-hand side electrical-potential-difference non-impressed section 120, the linearly polarized light of a direction parallel to space penetrates the reflective polarization means 160 among the light 125 from a lighting system. Moreover, among the light 125 of the light source, it is reflected by the reflective polarization means 160, and is again reflected with a reflecting plate 200, the polarization direction is changed, and the linearly polarized light of a direction vertical to space turns into the linearly polarized light of a direction parallel to space in part, and passes the reflective polarization means 160. By repeating this, almost all light passes the reflective polarization means 160. The linearly polarized light of a direction parallel to the space which passed the reflective polarization means 160 and passed the polarizing plate 150 turns into the circular polarization of light with $\lambda/4$ phase-contrast plate 151, the transfective reflective film 135 is passed, a light filter 145 colors, also with the TN liquid crystal 140 and the phase contrast plate 131, it becomes as [circular polarization of light], and a part of light carries out outgoing radiation of the polarizing plate 130. That is, with the reflective polarization means 160, light can be used effectively and it becomes very bright.

[0036] In the left-hand side electrical-potential-difference impression section 110, the linearly polarized light of a direction parallel to space penetrates the reflective polarization means 160 among the light 115 of the light source. The transfective reflective film 135 is passed, a light filter 145 colors, it becomes the linearly polarized light of a direction vertical to space, and it becomes the circular polarization of light with $\lambda/4$ phase-contrast plate 151, and it becomes [the linearly polarized light of a direction parallel to the space which passed the reflective polarization means 160 and passed the polarizing plate 150 is absorbed by the TN liquid crystal 140 and the phase contrast plate 131 with a polarizing plate 130 and] dark with them.

[0037] Thus, in the electrical-potential-difference non-impressed section 120, it is colored by the light filter 145, and light can be used effectively with the reflective polarization means 160, and it becomes very bright, and in the electrical-potential-difference impression section 110, it is absorbed with a polarizing plate 130 and becomes dark. Therefore, under light source 191 burning, if the self-luminous color is white, coloring of a light filter 145 and the change of a black display will be obtained.

[0038] Here, if a light filter 145 is the dot-matrix display which are red, green, and blue, multicolor and also a full color display will be attained. In addition, although no MARI White mode was explained in the above, Nor Marie Black is sufficient. However, in no MARI White mode, the effectiveness of being bright is clearly demonstrated also in reflex time or the time of transparency. Moreover, in the above, although explained taking the case of the TN liquid crystal 140, even if it uses that into which it replaces with the TN liquid crystal 140, and other transparency polarization shafts, such as STN LCD, are changed with an electrical potential difference etc., the fundamental principle of operation is the same.

[0039]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0040] (Gestalt of the 1st operation) Drawing 4 is a decomposition sectional view for explaining the

display of the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[0041] In the display 10 of the gestalt of this operation, the diffusion adhesive layer 14 which had the optical diffusion function, i.e., a forward-scattering function, in the STN liquid crystal panel 20 upside, the 1st phase contrast film 13, the 2nd phase contrast film 12, and a polarizing plate 11 are formed in this order. The diffusion adhesive layer 17 which had a forward-scattering function in the STN liquid crystal panel 20 bottom, the $\lambda/4$ phase-contrast film 15, the polarizing plate 16, and the reflective polarization means 40 are formed in this order. As a diffusion adhesive layer 17, the Hayes (H) value uses 82% of thing. Moreover, the lighting system 70 light can carry out [the lighting system] incidence from the lower part of the reflective polarization means 40 is formed. The lighting system 70 is carrying out outgoing radiation of the light to the upper part by the transparent material 72, using LED (Light Emitting Diode) 71 as an emitter. The transparent material 72 bottom is equipped with the reflecting plate 80. As a transparent material which forms a transparent material 72, inorganic transparent materials or those complex, such as transparence resin, such as acrylic resin, polycarbonate resin, and amorphous polyolefin resin, and glass, are used preferably. Thickness is 0.3-2mm. In a front face, it has a small projection. Since the wavelength of the light is about 380nm to about 700nm and the effect by diffraction does not generate the magnitude of the projection, about 5 micrometers or more are required, and in order to be the magnitude of extent which a projection does not worry by the naked-eye observation, 300 micrometers or less are desirable in general. Furthermore, when the convenience on manufacture is taken into consideration, the magnitude of a projection has about 10 micrometers or more desirable 100 micrometers or less. Moreover, the height of a projection and the ratio of width of face (if it is an approximate circle column diameter) are good at 1 to 1 or less. With the gestalt of this operation, it considered as the cylinder which makes the configuration of a projection the diameter of 20 micrometers, and height of 15 micrometers, and the pitch was set to 20 micrometers.

[0042] As for a reflecting plate 80, aluminum vacuum evaporation, the thing by which silver vacuum evaporation was carried out, aluminum foil, etc. are used on a PET film. Moreover, a mirror plane or the diffusing surface is sufficient as the configuration of the front face of a reflecting plate 80. In the STN liquid crystal panel 20, STN LCD 26 is enclosed in the cell constituted by two glass substrates 21 and 22 and the seal member 23. A transparent electrode 24 is formed in the underside of a glass substrate 21, the transparent electrode 25 is formed in the top face of a glass substrate 22, and the dot matrix is formed. As transparent electrodes 24 and 25, ITO (Indium Tin Oxide), tin oxide, etc. can be used. Moreover, the light filter 27 of red, green, and blue is formed between a transparent electrode 24 and a glass substrate 21, and it is in agreement with the electrode pattern of a transparent electrode 25. Furthermore, the aluminum vacuum evaporation layer 28 was formed in the underside of a transparent electrode 25 in the shape of a line as transfective reflective film on the top face of a glass substrate 22, and the slit-like hole has opened in the aluminum vacuum evaporation layer 28. The aluminum vacuum evaporation layer 28 will be equipped with both a reflex function and a transparency function by this.

[0043] The optical polarization condition in the aluminum vacuum evaporation layer 28 changes with electrical-potential-difference impression and no impressing to STN LCD 26, and it is set up so that a circular polarization of light condition and a linearly polarized light condition may be acquired with the 1st phase contrast film 13 and the 2nd phase contrast film 12. Moreover, $\lambda/4$ phase-contrast film 15 is changing the light from a transparent material 72 into the circular polarization of light. In addition, the reflective polarizer in the gestalt of this operation which carried out reflective polarization means 40 and was explained using drawing 1 is used. Moreover, the transparency shaft orientation of the reflective polarization means 40 and the transparency shaft orientation of a polarizing plate 16 are in agreement.

[0044] Next, actuation of the display 10 of the gestalt of this operation is explained. Under outdoor daylight, in electrical-potential-difference a non-impressed field, the natural light turns into the linearly polarized light of a predetermined direction with a polarizing plate 11, the polarization direction serves as the linearly polarized light by which predetermined was twisted by the 2nd phase contrast film 12, the 1st phase contrast film 13, and the STN liquid crystal panel 20 the degree of angle after that, a part is reflected in the aluminum vacuum evaporation layer 28, and a part is penetrated. The reflected light passes the STN liquid crystal panel 20, the 1st phase contrast film 13, the 2nd phase contrast film 12, and also a polarizing plate 11 again, and becomes bright. On the other hand, a transmitted light turns into the circular polarization of light with $\lambda/4$ phase-contrast film 15, and a part passes a polarizing plate 16 and the reflective polarization means 40. The light which passed passes a transparent material 72, it reflects with a reflecting plate 80 and it passes a transparent material 72, the reflective polarization means 40, and a polarizing plate 16 again, with $\lambda/4$ phase-contrast film 15, it becomes the circular polarization of light, and passes the STN liquid crystal panel 20, the 1st phase contrast film 13, the 2nd phase contrast film 12, and also a polarizing plate 11, and becomes bright. Furthermore, the light which

changed the polarization direction with the reflecting plate 80 also repeats an echo between the reflective polarization means 40 and a reflecting plate 80, soon, from the reflective polarization means 40, outgoing radiation is carried out to the STN liquid crystal panel 20, a bright display is obtained, and light is used effectively. If light passes a light filter 27 in that case, the color of either red, green and blue will be presented. Moreover, since the diffusion adhesive layer 14 is formed, the reflected lights are scattered about, and the display of a bright extensive viewing angle is obtained.

[0045] In an electrical-potential-difference impression field, the natural light turns into the linearly polarized light of a predetermined direction with a polarizing plate 11, after that, with the 2nd phase contrast film 12, the 1st phase contrast film 13, and the STN liquid crystal panel 20, the polarization direction serves as the circular polarization of light, a part is reflected in the aluminum vacuum evaporation layer 28, and a part is penetrated. The reflected light turns into the circular polarization of light of the circumference of reverse, if the STN liquid crystal panel 20, the 1st phase contrast film 13, and the 2nd phase contrast film 12 are passed again, it will turn into the linearly polarized light, is absorbed with a polarizing plate 11 and becomes dark. On the other hand, a transmitted light turns into the linearly polarized light with $\lambda/4$ phase-contrast film 15, is absorbed with a polarizing plate 16 and becomes dark.

[0046] Next, the light which carried out outgoing radiation from the lighting system 70 in the electrical-potential-difference non-impressed field under lighting-system 70 burning passes the reflective polarization means 40 and a polarizing plate 16, with $\lambda/4$ phase-contrast film 15, it becomes the circular polarization of light, and passes the STN liquid crystal panel 20, the 1st phase contrast film 13, the 2nd phase contrast film 12, and also a polarizing plate 11, and becomes bright. Furthermore, the light which carried out outgoing radiation from the lighting system 70 is used effectively by the reflective polarization means 40, and a bright display is obtained. If light passes a light filter 27 in that case, the color of either red, green and blue will be presented.

[0047] In an electrical-potential-difference impression field, the light which carried out outgoing radiation from the lighting system 70 passes the reflective polarization means 40 and a polarizing plate 16, turns into the circular polarization of light with $\lambda/4$ phase-contrast film 15, turns into the linearly polarized light of a direction predetermined with the STN liquid crystal panel 20, the 1st phase contrast film 13, and the 2nd phase contrast film 12, and is absorbed with a polarizing plate 12. That is, it becomes dark. That is, bright color display is obtained with the light filter of red, green, and blue also under outdoor daylight or light source burning. Here, when investigated about the optical anisotropy within the field of a transparent material 72, the location with an anisotropy 400nm or more had become color nonuniformity, and color nonuniformity was conversely satisfactory at all in the place of an anisotropy 150nm or less. Therefore, as for the optical anisotropy within the field of a transparent material, dedicating to 400nm or less is desirable, and it becomes optimal to make it 150nm or less.

[0048] (Gestalt of the 2nd operation) Drawing 5 is a schematic diagram for explaining the liquid crystal display of the gestalt of operation of the 2nd of this invention. That is, in the gestalt of the 1st operation, the aluminum vacuum evaporation layer 28 was formed for the front face of a glass substrate 22 rough ** and on it. the method of rough ** of the front face of a glass substrate 22 -- a substrate front face -- direct -- oh, you may carry out, and the film may be prepared and embossing and etching processing may be carried out for it. Thereby, since a spreading effect is acquired by the aluminum vacuum evaporation layer 28, the diffusion adhesive layer 14 becomes unnecessary. Moreover, a forward-scattering property is also acquired by rough ***** in the front face of a glass substrate 22, and the diffusion adhesive layer 17 becomes unnecessary. The result and the same result as the gestalt of the 1st operation were obtained. Furthermore, although dotage of a display was seen with the gestalt of the 1st operation, dotage of a display is not seen with the gestalt of the 2nd operation, but a display is legible.

[0049] (Gestalt of the 3rd operation) In the gestalt of implementation of the above 2nd, the combination of the circular polarization of light plate formed with cholesteric liquid crystal etc. instead of and $\lambda/4$ plate was substituted. [the reflective polarization means explained using drawing 1 as a reflective polarization means 40] The same effectiveness as the gestalt of implementation of the above 1st was acquired.

[0050] (Gestalt of the 4th operation) Drawing 6 is a schematic diagram for explaining the liquid crystal display of the gestalt of operation of the 4th of this invention. That is, in the gestalt of the 1st operation, the light filter 27 was formed inside the glass substrate 22 from the inside of a glass substrate 21. The same effectiveness as the gestalt of implementation of the above 1st was acquired.

[0051] (Gestalt of the 5th operation) In the gestalt of implementation of the above 2nd, the permeability of various ***** and an aluminum vacuum evaporation layer was changed into the aluminum vacuum evaporation layer 28 for the magnitude of a slit-like hole. Then, it displayed and the reflection factor of

the reflex time at that time, color-gamut area, and the permeability at the time of transparency were measured. Color-gamut area means each x on the CIE chromaticity diagram shown when red, green, and a blue display are performed, and the area of the triangle which connects a y-coordinate in a straight line, and can do it. A result is shown in a table 2.

[0052]

[A table 2]

アルミ蒸着層透過率(%)	15	25	38	50	63	80	90
反射モード反射率(%)	32	30	28	26	24	22	20
反射モード色域面積(%)	0.012	0.010	0.010	0.009	0.008	0.007	0.004
透過モード透過率(%)	2.6	3.8	6.3	10	12.2	14.1	14.8

[0053] While the permeability of an aluminum vacuum evaporation layer is 25 - 80% as mentioned above, the balance of the reflection factor of the reflex time when displaying, color-gamut area, and the permeability at the time of transparency is good. 40 - 70% of range is still more desirable.

[0054] (Gestalt of the 6th operation) The display of the 1st operation gestalt of this invention was carried in the information terminal. The bright display was obtained also a sunny place, the shade, the interior of a room, or midnight.

[0055] Moreover, the same result was obtained also at the information terminal carrying the display of the 2-8th operation gestalten of this invention. Moreover, although the information terminal was illustrated in the operation gestalt of this invention, the display of this invention can be used for various electronic equipment, such as a cellular phone, PDA, a household-electric-appliances device, an electronic notebook, and a calculator.

[0056]

[Effect of the Invention] according to this invention, since the outdoor daylight which carried out incidence to the liquid crystal panel, and penetrated the transfective reflective film can penetrate the transfective reflective film by being reflected by the light reflex means formed in the tooth-back side of a transparent material, in the case of a reflective mold display, the utilization effectiveness of light is markedly alike and improves. moreover Since the distance d of a liquid crystal layer and a light reflex means will become comparatively big, the outdoor daylight which passed the transfective reflective film passes an optical diffusion means, and it is reflected by the light reflex means and it once passes the transfective reflective film again after fully being spread, by the time it reached the light reflex means, the duplex projection by parallax is reduced.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline perspective view of the reflective polarization means used for the display of this invention.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the principle of the reflex time of the display of this invention.

[Drawing 3] It is drawing for explaining the principle at the time of transparency of the display of this invention.

[Drawing 4] It is a decomposition sectional view for explaining the display of the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 5] It is a decomposition sectional view for explaining the display of the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 6] It is a decomposition sectional view for explaining the display of the gestalt of operation of the 4th of this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing the experiment approach about parallax.

[Description of Notations]

10 -- Display

11 16,130,150 -- Polarizing plate

12 ... 2nd phase contrast film

13 ... 1st phase contrast film

14 -- Diffusion adhesive layer

17 -- Diffusion adhesive layer

20 -- STN liquid crystal panel

21 22 -- Glass substrate

26 -- STN LCD

27 145 -- Light filter

28 -- Aluminum vacuum evaporation layer

15,151 -- $\lambda/4$ phase-contrast plate
40,160 -- Reflective polarization means
70,191 -- Lighting system
72,190 -- Transparent material
80,200 -- Reflecting plate
110 -- Electrical-potential-difference impression section
120 -- Electrical-potential-difference the non-impressed section
111 121 -- Natural light
122 -- Hikaru Idei
115 125 -- Light of the light source
131 -- Phase contrast plate
135 -- Transflective reflective film
140 -- TN liquid crystal
170 -- Optical diffusion means

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-83509

(P2001-83509A)

(43)公開日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 F 1/13357		G 0 2 F 1/1335	5 3 0 2 H 0 9 1
G 0 9 F 9/00	3 3 2	G 0 9 F 9/00	3 3 2 D 5 G 4 3 5
	3 3 3		3 3 3 Z

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-261189

(22)出願日 平成11年9月14日(1999.9.14)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 飯島 千代明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74)代理人 100093388

弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

Fターム(参考) 2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA11X

FA11Z FA15Z FA23Z FA31Z

FA41Z LA17

5G435 AA00 AA03 BB12 BB15 BB16

EE27 FF03 FF05 FF06 FF08

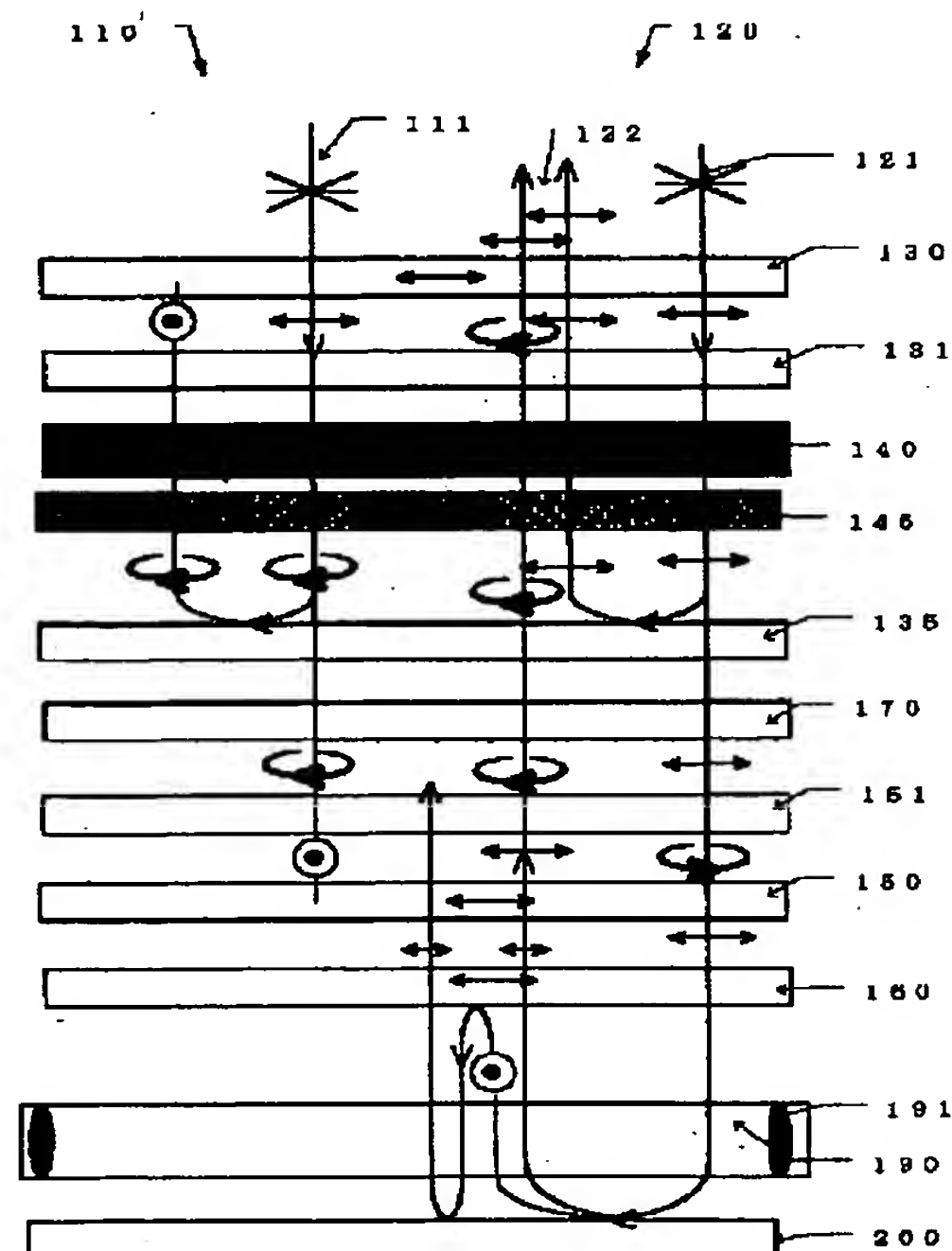
GG12 GG22 GG26

(54)【発明の名称】 液晶表示装置およびそれを用いた電子機器

(57)【要約】

【課題】視差(パララックス)による二重映りがない半透過反射型の液晶表示装置を提供する。

【解決手段】液晶層140と照明装置190との間には半透過反射膜135が設けられており、照明装置は、光源191と略透明な導光体190とを有し、導光体の背面側には光反射手段200が設けられている。半透過反射膜と照明装置との間には、前方散乱特性を有する光拡散手段170が設けられている。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一对の透光性基板間に液晶層を挟んでなる液晶パネルと、該液晶パネルの背面側に配置された照明装置とを備えた液晶表示装置において、前記液晶層と前記照明装置との間には半透過反射膜が設けられており、前記照明装置は、光源と略透明な導光体とを有し、前記導光体の背面側には光反射手段が設けられてなり、前記半透過反射膜と前記照明装置との間には、前方散乱特性を有する光拡散手段が設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 請求項1に記載の液晶表示装置において、前記光拡散手段と前記光反射手段との離間寸法を d (mm)とした場合に、前記光拡散手段のヘイズ値 H (%)が、 $H \geq -200d + 140$ の関係を満たすことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の液晶表示装置において、前記半透過反射膜より上方側には複数色の着色領域を具備するカラーフィルター層が設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の液晶表示装置において、前記照明装置と前記半透過反射膜との間には入射光をその偏光成分に応じて透過或いは吸収させる偏光手段が設けられており、前記偏光手段と前記照明装置との間には入射光をその偏光成分に応じて透過或いは反射させる反射偏光手段が設けられ、前記偏光手段と前記反射偏光手段の透過軸方向は概ね平行であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の液晶表示装置において、前記導光体が略等方性であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の液晶表示装置において、前記導光体が光学異方性を有しており、該導光体の光軸方向が規則性を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】 請求項1乃至請求項6のうちいずれかに記載の液晶表示装置を表示部として搭載したことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は液晶表示装置に関し、特に液晶パネルの表面側から入射する外光を反射させて表示する反射型表示機能と、前記液晶パネルの裏面側に設けられた照明装置からの光を前記液晶パネルに入射させて表示する透過型表示機能とを有する半透過反射型液晶表示装置に関する。

【0002】

2

【従来の技術】 従来、液晶パネルの表面側から入射する外光を反射させて表示する反射型表示機能と、前記液晶パネルの裏面側に設けられた照明装置からの光を前記液晶パネルに入射させて表示する透過型表示機能とを有する半透過反射型液晶表示装置としては、特開平7-318929号公報に記載の半透過反射型の液晶表示装置が公知となっている。

【0003】 この公知となっている半透過反射型の液晶表示装置にあつては、周囲が明るい場合には液晶パネルの表面側から入射する外光をアルミ膜に開口部を設けた半透過反射で反射させて表示を行う。そして周囲が暗い場合にあっては液晶パネルの裏面側に設けられた照明装置からの光を半透過反射膜のに設けた開口部を通過させ透過型表示を行う。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した公知技術における半透過反射型の液晶表示装置においては、半透過反射膜として開口部を設けた金属膜或いは光を透過可能なように十分に薄く形成した金属膜を採用している。そのため反射型表示の際にはこの開口部において光反射が行われず、そして透過型表示の際にはこの開口部を透過した光のみしか利用できないので非常に光の利用効率が悪いという課題がある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記した問題を解決するためになされたものであり、一对の透光性基板間に液晶層を挟んでなる液晶パネルと、該液晶パネルの背面側に配置された照明装置とを備えた液晶表示装置において、前記液晶層と前記照明装置との間には半透過反射膜が設けられており、前記照明装置は、光源と略透明な導光体とを有し、前記導光体の背面側には光反射手段が設けられており、前記半透過反射膜と前記照明装置との間には、前方散乱特性を有する光拡散手段が設けられていることを特徴とする。

【0006】 本発明の液晶表示装置によれば、液晶パネルに入射し半透過反射膜を透過した外光が、導光体の背面側に設けられた光反射手段によって反射されることによって半透過反射膜を透過できるので反射型表示の際に光の利用効率が格段に向上する。ところが、半透過反射膜と光反射手段との間に照明装置等を配置する液晶表示装置では、液晶層と光反射手段との距離 d が比較的大きなものとなる。そのため、液晶パネルに入射する外光の入射角度によっては、液晶層を通過する光の往路と、復路とが異なってしまう、視差（パララックス）による二重映りの原因となる。本発明の液晶表示装置においては、このパララックスを、前方散乱特性を有する光拡散手段により解決している。すなわち、半透過反射膜を通過した外光は、一旦、光拡散手段を通過し光反射手段に到達するまでの間に十分に拡散されたのち、光反射手段により反射され、再び半透過反射膜を通過する。半透過

(3)

3

反射膜を通過する光は十分に拡散された光であるので、視差による二重映りは低減される。

【0007】本発明の液晶表示装置における半透過反射膜としては、液晶パネル内面側に形成すされ光透過可能なように開口部が設けられた金属膜、あるいは光透過可能なように十分に薄い金属膜等が利用できる。もちろん、液晶パネル外面側に半透過反射膜を設けても構わないが、その場合は、液晶パネルの基板厚みに起因して半透過反射膜で反射した光による二重映りが生じるので、好ましくは半透過反射膜を液晶パネル内面側に設けるとよい。

【0008】本発明の液晶表示装置における光反射手段としては、反射率が高ければ高いほど好ましい。そのため、一般の液晶表示装置用照明装置に用いる白色の反射板よりも、アルミ、或いは銀等の金属膜を用いるとよい。

【0009】本発明の液晶表示装置における光拡散手段としては、屈折率1.6以下の低屈折率の樹脂（ポリエステル系樹脂、アミノ樹脂、ポリウレタン系樹脂等）とこの樹脂より屈折率の小さい微粒子（MgF₂、CaF₂、LiF、NaF、BaF₂、あるいはシリカ微粒子等）とで構成された層等を用いることができる。

【0010】本発明の液晶表示装置によれば、反射型表示の際に半透過反射膜を一旦透過してしまった外光を再*

4

*利用できるため、非常に明るい反射型表示が実現する。そのため、半透過反射層の透過率を比較的高く設定できるため、透過型表示の際の表示も明るくなる。より具体的には、半透過反射膜の光透過率を25%以上とした場合にあっても、十分に明るい反射型の表示が得られることが本発明者の実験によって確認されている。

【0011】尚、上記透過率をあまり高くすると半透過反射膜によって反射される外光の量がすくなくなるため、カラーフィルターを用いてカラー化表示しようとする場合（後述）に色の鮮やかさに悪影響を与えるので、半透過反射膜の光透過率は80%以下であると好ましい。

【0012】本発明者は、光反射手段と液晶層との距離に起因して発生するパララックスについての実験を行った。そして、この実験方法は、図7示すように、表示装置を30度傾斜させた上で、入射光を表示装置に対して45度傾けた方向から入射し、観測者が真上からパララックスを観測するもので、表1の実験結果を得た。なお、表1中のヘイズ値Hは光拡散板170の拡散率（5～95%）、離間寸法dは光拡散板170と光反射板200との離間寸法（mm）をそれぞれ示している。

【0013】

【表1】

H / d	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
15	△	×	×	×	×	×
24	○	△	×	×	×	×
47	○	○	○	×	×	×
82	◎	○	○	○	△	×
95	◎	○	○	○	○	×

【0014】横軸＝離間寸法 d（mm）

縦軸＝ヘイズ値 H（%）

◎：影がぼやけて表示が分かり易い

○：影がぼやけて写っている

△：やや気になる影が写っている

×：影がはっきりと写っている

つまり、パララックスが生じないヘイズ値Hと離間寸法dとの関係を数式として表すと、 $H \geq -200d + 140$ となる。また、本発明の液晶表示装置は、前記半透過反射膜より上方側には複数色の着色領域を具備するカラーフィルター層が設けられていることを特徴とする。

【0015】本発明の液晶表示装置は、カラーフィルターを用いたカラー化表示が可能な半透過反射型の液晶表示装置についてのものであるが、このような半透過反射型の液晶表示装置の反射型表示においては、上述の二重映りのほかに混色という問題点がある。すなわち、反射型表示時に液晶層を通過する光の往路と、復路とが異なることにより光の往路と復路とで、異なる着色領域を通過してしまうことに起因しておこる混色である。本発明によれば、カラーフィルターを通過した外光は、一旦、

光拡散手段を通過し光反射手段に到達するまでの間に十分に拡散され、色が混じり合ったのち、光反射手段により反射され、再びカラーフィルターの各着色領域を通過する。すなわち、一旦混じり合って白色に近い色になった光を再びカラーフィルターによって分光することになるので混色は減じられる。カラーフィルターを設ける位置については、半透過反射手段を反射した光、及び導光体背面の光反射手段で反射した光の両方を着色するためには、半透過反射膜より上方側に設ける必要がある。ところで、カラーフィルターを用いてカラー化表示を行う場合に鮮やかな色を出すためには、半透過反射膜とカラーフィルターをなるべく近接させて設け、液晶層、半透過反射膜及びカラーフィルターの間のパララックス（視差）をなくす必要がある。そのため、半透過反射膜を液晶パネルの背面側基板の液晶層側上に設け、そしてカラーフィルターも液晶パネルの背面側基板の液晶層側上に設ける構成が最も好ましい。

【0016】本発明の着色領域としては、赤色系、青色系及び緑色系の3つの着色領域を備えると好ましい。この3色にすることによって、フルカラー化が可能とな

(4)

5

る。更には、赤色系、青色系及び緑色系を光拡散手段によって十分に混じり合わせることで白色光を得ることができるからである。

【0017】尚、カラーフィルタとしては光干渉フィルタ、ホログラム、コレステリック液晶などを用いた光選択反射層、位相差層などがあるが、染料や顔料をもちいたカラーフィルタが製造のしやすさから最も好ましい。

【0018】また、本発明の液晶表示装置によれば、前記照明装置と前記半透過反射膜との間には入射光をその偏光成分に応じて透過或いは吸収させる偏光手段が設けられており、前記偏光手段と前記照明装置との間には入射光をその偏光成分に応じて透過或いは反射させる反射偏光手段が設けられ、前記偏光手段と前記反射偏光手段の透過軸方向は概ね平行であることを特徴とする。

【0019】一般に、TN (twisted nematic) 型の液晶パネル、STN (super-twisted nematic) 型の液晶パネル、或いはECB (electrically controlled birefringence) 型の液晶パネル等を利用した半透過反射型の液晶表示装置を用いて透過型表示を行う場合にあっては、照明装置からの光の偏光を揃えてから液晶パネルに入射させることが必要となる。従来技術（特開平7-318929号公報）においては、光を偏光成分に応じて吸収及び透過させる偏光板を用いて、照明装置からの光の偏光を揃えている。ところが、この偏光板を用いた場合には、照明装置からの光の半分以上が偏光板によって吸収されてしまうため光（照明装置の）の利用効率が悪く、特に透過型の表示を暗くしてしまっていた。

【0020】本発明の液晶表示装置によれば、照明装置から出射する光のうち偏光手段及び反射偏光手段の透過軸方向と等しい偏光成分の光のみが偏光手段及び反射偏光手段を透過して液晶パネルを照射する。その一方で、それとは異なる偏光成分の光は反射偏光手段によって反射される。そして光反射手段に反射されて再び反射偏光手段に入射する。そして、反射偏光手段と光反射手段との間の反射を繰り返すうちに、偏光方向が変化し、いずれは偏光手段及び反射偏光手段を透過する。そのため、照明装置からの光を偏光板で吸収させることなく有効利用することができる。

【0021】本発明における反射偏光手段としては、例えば図1に示した構造の反射偏光子を用いることができる。反射偏光子160は、異なる2つの層1（A層）と2（B層）とが交互に複数層積層された構造を有している。A層1のX方向の屈折率（ n_{AX} ）とY方向の屈折率（ n_{AY} ）とは異なる。B層2のX方向の屈折率（ n_{BX} ）とY方向の屈折率（ n_{BY} ）とは等しい。また、A層1のY方向の屈折率（ n_{AY} ）とB層2のY方向の屈折率（ n_{BY} ）とは等しい。

【0022】従って、この反射偏光手段160の上面5に垂直な方向から反射偏光子160に入射した光のうちY方向の直線偏光のこの反射偏光子160を透過し下面

6

6からY方向の直線偏光の光として出射する。また、逆に反射偏光子160の下面6に垂直な方向から反射偏光子160に入射した光のうちY方向の直線偏光の光はこの反射偏光子160を透過し上面5からY方向の直線偏光の光として出射する。ここで、透過する方向Y方向のことを透過軸と呼ぶ。

【0023】一方、A層1のZ方向における厚みを t_A 、B層2のZ方向における厚みを t_B とし、入射光の波長を λ とすると、

$$t_A \cdot n_{AX} + t_B \cdot n_{BX} = \lambda / 2 \quad (1)$$

となるようにすることによって、波長 λ の光であって反射偏光子160の上面5に垂直な方向から反射偏光子160に入射した光のうちX方向の直線偏光の光は、この反射偏光子160によってX方向は直線偏光の光として反射される。また、波長 λ の光であって反射偏光子160の下面6に直線偏光の光は、この反射偏光子160によってX方向の直線偏光の光として反射される。ここで、反射する方向X方向のことを反射軸と呼ぶ。

【0024】そして、A層1のZ方向における厚み t_A およびB層2のZ方向における厚み t_B を種々変化させて、可視光の全波長範囲にわたって上記(1)が成立するようにすることにより、単一色だけでなく、白色光全部にわたってX方向の直線偏光の光をX方向の直線偏光の光として反射し、Y方向の直線偏光の光をY方向の直線偏光の光として透過させる反射偏光子が得られる。このような反射偏光子は、国際公開公報（WO95/17692）に開示されている。尚、 $\lambda/4$ 板でコレステリック液晶層を挟持した構造の素子も反射偏光機能を有する。

【0025】また、本発明の液晶表示装置は、前記導光体が略等方性であることを特徴とする。

【0026】導光体が、光学的な異方性の大きい場合、表示外観が着色し色ムラが発生することがある。そこで、導光体が光学的に等方性に近くすれば、表示外観が着色したり色ムラが発生したりすることはなく、表示が明るくなる。

【0027】また、前記導光体が光学異方性を有しており、該導光体の光軸方向に規則性があることを特徴とする。光軸方向が一定方向すなわち一軸性もしくは二軸性と言った規則性を持つ場合は、色ムラが発生することは無くすることが出来る。

【0028】また、本発明の電子機器は、上記してきたいずれかの構造の液晶表示装置を表示部として搭載したことを特徴とする。

【0029】次に、図2及び図3を用いて本発明の液晶表示装置の表示原理の詳細な説明を行う。尚、図2は外光がこの反射偏光手段を用いた表示装置に入射した場合について説明するための図であり、図3は光源が点灯した場合について説明するための図である。

【0030】図2は外光がこの反射偏光手段160を用

(5)

7

いた表示装置に入射した場合について説明するための図である。この表示装置においては、TN液晶140の上側には位相差板131、偏光板130が設けられている。TN液晶140の下側には、赤・緑・青の3色のカラーフィルタ145、光半透過反射膜135、 $\lambda/4$ 位相差板151、偏光板150、反射偏光手段160がこの順に設けられている。また、反射偏光手段160の下には、光源191からの光を反射偏光手段160の下方より出射することの出来る導光体190、反射板200が設けられた照明装置が配置されている。半透過反射膜135はアルミもしくは銀を含んだ金属膜で薄膜もしくは金属膜の一部に穴をあけたもの等を用い、一部の光を反射し、残りの一部の光を透過出来るようにしてある。

【0031】図2を参照し、外光下でのこの表示装置の左側を電圧印加部110とし、右側を電圧無印加部120として説明する。右側の電圧無印加部120においては、自然光121が偏光板130によって、紙面に平行な方向の直線偏光となり、その後、位相差板131およびTN液晶140を通過して直線偏光となり、半透過反射膜135で一部の光が反射し、残り一部の光が透過する。反射した一部の光は、再びTN液晶140および位相差板131を通過して紙面に平行な方向の直線偏光となり、偏光板130を出射する。また、透過した残り一部の光は、前方散乱特性を有する光拡散板170によって拡散された後、 $\lambda/4$ 位相差板151によって円偏光となり、偏光板150によって直線偏光となり、反射偏光手段160を紙面に平行な方向の直線偏光として透過し、透明な導光体190を通過し反射板200で反射する。光拡散板170と反射板200との間には導光体190、反射偏光板、 $\lambda/4$ 位相差板151、偏光板150等によって十分な距離が設けられているので、光は十分に拡散された状態で反射板200で反射されるそして再び導光体190、反射偏光手段160、偏光板150を通過し、 $\lambda/4$ 位相差板151によって円偏光となり、半透過反射膜135、TN液晶140および位相差板131を円偏光のまま通過して偏光板130によって一部の光が直線偏光として出射する。よって光はカラーフィルタ145を通過するので着色する。尚、図1においては光拡散板は、半透過反射板と $\lambda/4$ 位相差板151との間に設けているが、導光体190が、反射偏光板、 $\lambda/4$ 位相差板151、偏光板150等より比較的厚い場合にあっては、光拡散板は半透過反射板と反射板との間のいずれの位置に配置してもかまわない。

【0032】また、反射板で反射した光には紙面に平行な方向の直線偏光ばかりでなく、紙面に垂直な方向の直線偏光が含まれている。このような紙面に垂直な方向の直線偏光は反射偏光手段160によって反射され、再び反射板200で反射され偏光方向が変えられ、一部紙面に平行な方向の直線偏光となり、反射偏光手段160を透過する。これを繰り返すことにより、光を有効利用で

8

き明るくなる。このように、電圧無印加時においては、入射した光は反射偏光手段160によって有効利用できるもので明るい表示が得られる。また、半透過反射膜135で反射する光も利用するので、影がなく色鮮やかになる。

【0033】左側の電圧印加部110においては、自然光111が偏光板130によって、紙面に平行な方向の直線偏光となり、その後、位相差板131、TN液晶140を通過すると、円偏光になり、半透過反射膜135で一部の光は逆方向の回転方向の円偏光となり反射し、残りの一部の光は透過する。反射した一部の光は、再びTN液晶140および位相差板131を通過して紙面に垂直な方向の直線偏光となり、偏光板130で吸収される。また、透過した残りの光は、 $\lambda/4$ 位相差板151によって紙面に垂直な方向の直線偏光となり、偏光板150によって吸収される。すなわち、暗くなる。このように、電圧無印加部120においては、反射偏光手段160によって有効利用でき、反射された光がカラーフィルタ145にて着色した出射光122となり、電圧印加部110においては、偏光板130および偏光板150によって吸収され暗くなる。

【0034】つぎに、図3を参照すると、表示装置は、図2と同じである。

【0035】光源191が点灯している時は、右側の電圧無印加部120においては、照明装置からの光125のうち紙面に平行な方向の直線偏光は、反射偏光手段160を透過する。また、光源の光125のうち紙面に垂直な方向の直線偏光は、反射偏光手段160によって反射され、再び反射板200で反射され偏光方向が変えられ、一部紙面に平行な方向の直線偏光となり、反射偏光手段160を透過する。これを繰り返すことにより、ほとんど全ての光が反射偏光手段160を透過する。反射偏光手段160を通過し偏光板150を通過した紙面に平行な方向の直線偏光は、 $\lambda/4$ 位相差板151によって円偏光になり、半透過反射膜135を通過し、カラーフィルタ145で着色し、TN液晶140、位相差板131によっても円偏光のままとなり、偏光板130を一部の光が出射する。すなわち、反射偏光手段160によって光を有効利用でき非常に明るくなる。

【0036】左側の電圧印加部110においては、光源の光115のうち紙面に平行な方向の直線偏光は、反射偏光手段160を透過する。反射偏光手段160を通過し偏光板150を通過した紙面に平行な方向の直線偏光は、 $\lambda/4$ 位相差板151によって円偏光になり、半透過反射膜135を通過し、カラーフィルタ145で着色し、TN液晶140、位相差板131によって、紙面に垂直な方向の直線偏光となり、偏光板130で吸収され暗くなる。

【0037】このように、電圧無印加部120においては、カラーフィルタ145で着色され、また反射偏光手

(6)

9

段160によって光を有効利用でき非常に明るくなり、電圧印加部110においては、偏光板130によって吸収され暗くなる。従って、光源191点灯下では光源色が白色であればカラーフィルタ145の着色と黒の表示の切替えが得られる。

【0038】ここで、カラーフィルタ145が赤・緑・青であるドットマトリックス表示であれば、マルチカラー更にはフルカラー表示が可能となる。なお、上記においてノーマリーホワイトモードについて説明したが、ノーマリーブラックでも良い。しかし、ノーマリーホワイトモードにおいては、反射時でも透過時でも明るいという効果は歴然と発揮される。また、上記においては、TN液晶140を例にとりて説明したが、TN液晶140に代えてSTN液晶等の他の透過偏光軸を電圧等によって変えられるものを用いても基本的な動作原理は同一である。

【0039】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0040】（第1の実施の形態）図4は、本発明の第1の実施の形態の表示装置を説明するための分解断面図である。

【0041】本実施の形態の表示装置10において、STN液晶パネル20の上側には光拡散機能すなわち前方散乱機能をもった拡散粘着層14、第1の位相差フィルム13、第2の位相差フィルム12および偏光板11がこの順に設けられている。STN液晶パネル20の下側には、前方散乱機能をもった拡散粘着層17、 $\lambda/4$ 位相差フィルム15、偏光板16、反射偏光手段40がこの順に設けられている。拡散粘着層17としてはヘイズ(H)値が、82%のものを用いている。また、反射偏光手段40の下方より光が入射することの出来る照明装置70が設けられている。照明装置70は発光体としてLED (Light Emitting Diode) 71を用い、導光体72にて上方に光を出射している。導光体72の下側には反射板80が備えられている。導光体72を形成する透明材料としては、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、非晶性ポリオレフィン樹脂等の透明樹脂、ガラス等の無機透明材料またはそれらの複合体が好ましく用いられる。厚みは0.3~2mmである。表面には小さな突起を有する。その突起の大きさは、可視光の波長がおおよそ380nmから700nm程度であることから、回折による影響が発生しないために5 μ m程度以上は必要であり、また、突起が肉眼視で気にならない程度の大きさであるためには概ね300 μ m以下が望ましい。さらに、製造上の利便性を考慮すると、突起の大きさはおおよそ10 μ m以上100 μ m以下が望ましい。また突起の高さと幅（略円柱であれば直径）の比は、1対1以下でよい。本実施の形態では、突起の形状を直径20 μ m、高さ15 μ mとする円柱とし、ピッチを20 μ mとし

10

た。

【0042】反射板80は、PETフィルム上にアルミ蒸着、銀蒸着されたものや、アルミ箔等が用いられる。また反射板80の表面の形状は鏡面でも散乱面でも良い。STN液晶パネル20においては、2枚のガラス基板21、22とシール部材23とによって構成されるセル内にSTN液晶26が封入されている。ガラス基板21の下面には透明電極24が設けられ、ガラス基板22の上面には透明電極25が設けられており、ドットマトリックスを形成している。透明電極24、25としては、ITO (Indium Tin Oxide) や酸化錫等を用いることができる。また、赤・緑・青のカラーフィルタ27が透明電極24とガラス基板21間に形成され、透明電極25の電極パターンと一致している。更に、ガラス基板22の上面で透明電極25の下面には半透過反射膜としてアルミ蒸着層28がライン状に形成され、アルミ蒸着層28にはスリット状の穴があいている。これによって、アルミ蒸着層28は反射機能と透過機能を両方備えることとなる。

【0043】STN液晶26に電圧印加・無印加によって、アルミ蒸着層28での光偏光状態が変化して、第1の位相差フィルム13および第2の位相差フィルム12によって、円偏光状態と直線偏光状態が得られるように設定されている。また、 $\lambda/4$ 位相差フィルム15は導光体72からの光を円偏光に変えている。なお、本実施の形態における反射偏光手段40として、図1を用いて説明した反射偏光子を使用する。また、反射偏光手段40の透過軸の方向と偏光板16の透過軸の方向とは一致している。

【0044】次に、本実施の形態の表示装置10の動作を説明する。外光下で、電圧無印加領域においては、自然光が偏光板11によって、所定の方向の直線偏光となり、その後、第2の位相差フィルム12、第1の位相差フィルム13、STN液晶パネル20によって偏光方向が所定の角度捻られた直線偏光となり、アルミ蒸着層28で一部は反射し、一部は透過する。反射した光は再びSTN液晶パネル20、第1の位相差フィルム13、第2の位相差フィルム12、更に偏光板11を通過し、明るくなる。一方、透過した光は、 $\lambda/4$ 位相差フィルム15によって円偏光になり、一部が偏光板16、反射偏光手段40を通過する。通過した光は導光体72を通過し、反射板80にて反射し、再び導光体72、反射偏光手段40、偏光板16を通過し、 $\lambda/4$ 位相差フィルム15によって円偏光になり、STN液晶パネル20、第1の位相差フィルム13、第2の位相差フィルム12、更に偏光板11を通過し、明るくなる。さらに、反射板80で偏光方向が変わった光も、反射偏光手段40と反射板80の間で反射を繰り返す、やがて反射偏光手段40から、STN液晶パネル20に出射し、明るい表示が得られ、光は有効利用される。その際にカラーフィルタ2

(7)

11

7を光が通過すれば、赤・緑・青のいずれかの色を呈する。また、拡散粘着層14を設けているので反射光が散乱し、明るい広視角の表示が得られる。

【0045】電圧印加領域においては、自然光が偏光板11によって、所定の方向の直線偏光となり、その後、第2の位相差フィルム12、第1の位相差フィルム13、STN液晶パネル20によって偏光方向が円偏光となり、アルミ蒸着層28で一部は反射し、一部は透過する。反射した光は逆周りの円偏光となり、再びSTN液晶パネル20、第1の位相差フィルム13、第2の位相差フィルム12を通過すると直線偏光となり、偏光板11によって吸収され暗くなる。一方、透過した光は、 $\lambda/4$ 位相差フィルム15によって直線偏光になり、偏光板16によって吸収され暗くなる。

【0046】次に、照明装置70点灯下で、電圧無印加領域においては、照明装置70より出射した光は反射偏光手段40、偏光板16を通過し、 $\lambda/4$ 位相差フィルム15によって円偏光になり、STN液晶パネル20、第1の位相差フィルム13、第2の位相差フィルム12、更に偏光板11を通過し、明るくなる。さらに、照明装置70より出射した光は反射偏光手段40によって有効利用され、明るい表示が得られる。その際にカラーフィルタ27を光が通過すれば、赤・緑・青のいずれかの色を呈する。

【0047】電圧印加領域においては、照明装置70より出射した光は反射偏光手段40、偏光板16を通過し、 $\lambda/4$ 位相差フィルム15によって円偏光になり、STN液晶パネル20、第1の位相差フィルム13、第2の位相差フィルム12で所定の方向の直線偏光となり、偏光板12によって吸収される。すなわち、暗くなる。すなわち、外光下でも、光源点灯下でも、赤・緑・青のカラーフィルタによって明るいカラー表示が得られる。ここで、導光体72の面内の光学異方性について調べてみると、400nm以上の異方性を持った場所は色ムラとなっており、逆に150nm以下の異方性のところでは、色ムラは全く問題なかった。よって、導光体の面内の光学異方性は400nm以下に納めることが好ま*

アルミ蒸着層透過率(%)	15	25	38	50	63	80	90
反射モード反射率(%)	32	30	28	26	24	22	20
反射モード色域面積(%)	0.012	0.010	0.010	0.009	0.008	0.007	0.004
透過モード透過率(%)	2.6	3.8	6.3	10	12.2	14.1	14.8

【0053】以上のようにアルミ蒸着層の透過率が25～80%の間で、表示した時の反射時の反射率、色域面積、透過時の透過率のバランスが良い。40～70%の範囲は更に好ましい。

【0054】(第6の実施の形態) 本発明の第1の実施形態の表示装置を情報端末に搭載した。日向でも、日陰でも、室内でも、夜中でも、明るい表示が得られた。

【0055】また、本発明の第2～8の実施形態の表示

12

*しく、さらには150nm以下にすることが最適となる。

【0048】(第2の実施の形態) 図5は、本発明の第2の実施の形態の液晶表示装置を説明するための概略図である。すなわち、第1の実施の形態において、ガラス基板22の表面を粗し、その上にアルミ蒸着層28を設けた。ガラス基板22の表面の粗し方は基板表面を直接あらしても良く、膜を設けてそれをエンボス加工やエッチング処理をしても良い。これにより、アルミ蒸着層28に拡散効果が得られるため、拡散粘着層14は不要になる。また、ガラス基板22の表面を粗すことにより前方散乱特性も得られ拡散粘着層17は不要になる。結果、第1の実施の形態と同様の結果が得られた。更に、第1の実施の形態では、表示のぼけが見られたが、第2の実施の形態では、表示のぼけが見られず、表示は見やすい。

【0049】(第3の実施の形態) 上記第2の実施の形態において、反射偏光手段40として、図1を用いて説明した反射偏光手段の代わりに、コレステリック液晶等によって形成される円偏光板と $\lambda/4$ 板の組合せで代用した。上記第1の実施の形態と同様な効果が得られた。

【0050】(第4の実施の形態) 図6は、本発明の第4の実施の形態の液晶表示装置を説明するための概略図である。すなわち、第1の実施の形態において、カラーフィルタ27をガラス基板21の内側からガラス基板22の内側に形成した。上記第1の実施の形態と同様な効果が得られた。

【0051】(第5の実施の形態) 上記第2の実施の形態において、アルミ蒸着層28にはスリット状の穴の大きさを各種変えて、アルミ蒸着層の透過率を変えた。そこで表示を行い、その時の反射時の反射率、色域面積、透過時の透過率を測定した。色域面積とは、赤、緑、青表示を行った時に示すCIE色度図上でのそれぞれのx, y座標を直線で結んで出来る三角形の面積を言う。結果を表2にしめす。

【0052】

【表2】

装置を搭載した情報端末でも、同様な結果が得られた。また、本発明の実施形態において情報端末を例示したが、本発明の表示装置は、携帯電話、PDA、家電機器、電子手帳、電卓等の各種電子機器に用いることが出来る。

【0056】

【発明の効果】 本発明によれば、液晶パネルに入射し半透過反射膜を透過した外光が、導光体の背面側に設けら

(8)

13

れた光反射手段によって反射されることによって半透過反射膜を透過できるので反射型表示の際に光の利用効率が格段に向上する。また、液晶層と光反射手段との距離 d が比較的大きなものとなるため、半透過反射膜を通過した外光は、一旦、光拡散手段を通過し光反射手段に到達するまでの間に十分に拡散されたのち、光反射手段により反射され、再び半透過反射膜を通過するので、視差による二重映りは低減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の表示装置に用いる反射偏光手段の概略斜視図である。

【図2】本発明の表示装置の反射時の原理を説明するための図である。

【図3】本発明の表示装置の透過時の原理を説明するための図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態の表示装置を説明するための分解断面図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態の表示装置を説明するための分解断面図である。

【図6】本発明の第4の実施の形態の表示装置を説明するための分解断面図である。

【図7】パララックスについての実験方法を示す図である。

【符号の説明】

10…表示装置

14

11、16、130、150…偏光板

12…第2の位相差フィルム

13…第1の位相差フィルム

14…拡散粘着層

17…拡散粘着層

20…STN液晶パネル

21、22…ガラス基板

26…STN液晶

27、145…カラーフィルタ

28…アルミ蒸着層

15、151… $\lambda/4$ 位相差板

40、160…反射偏光手段

70、191…照明装置

72、190…導光体

80、200…反射板

110…電圧印加部

120…電圧無印加部

111、121…自然光

122…出射光

115、125…光源の光

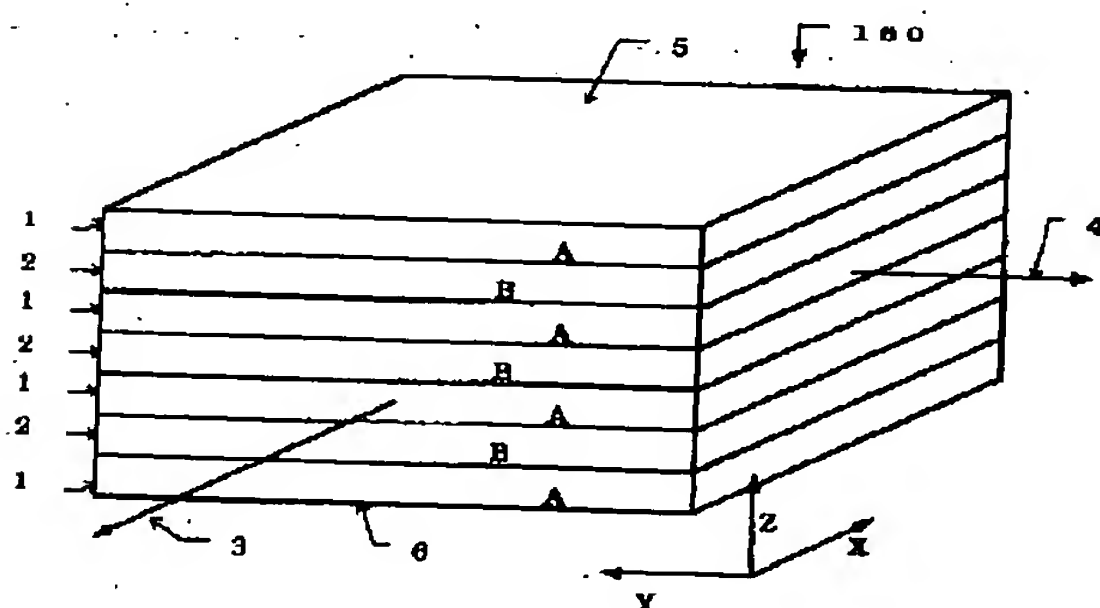
131…位相差板

135…半透過反射膜

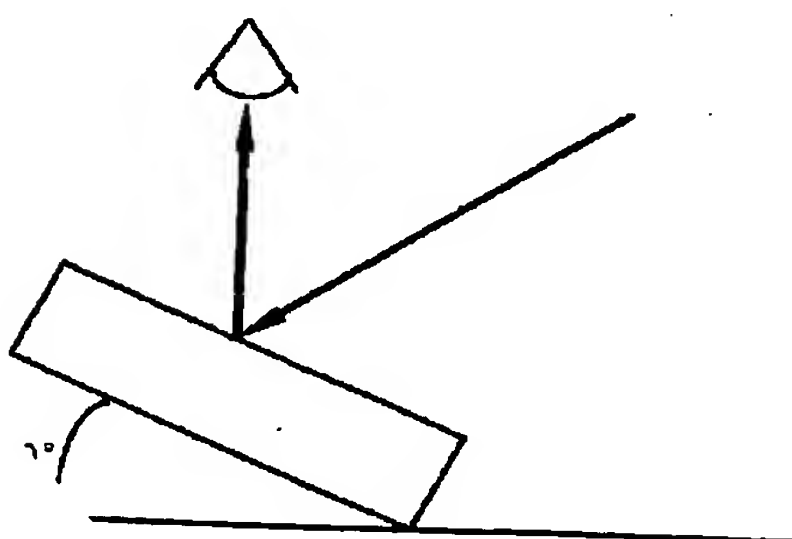
140…TN液晶

170…光拡散手段

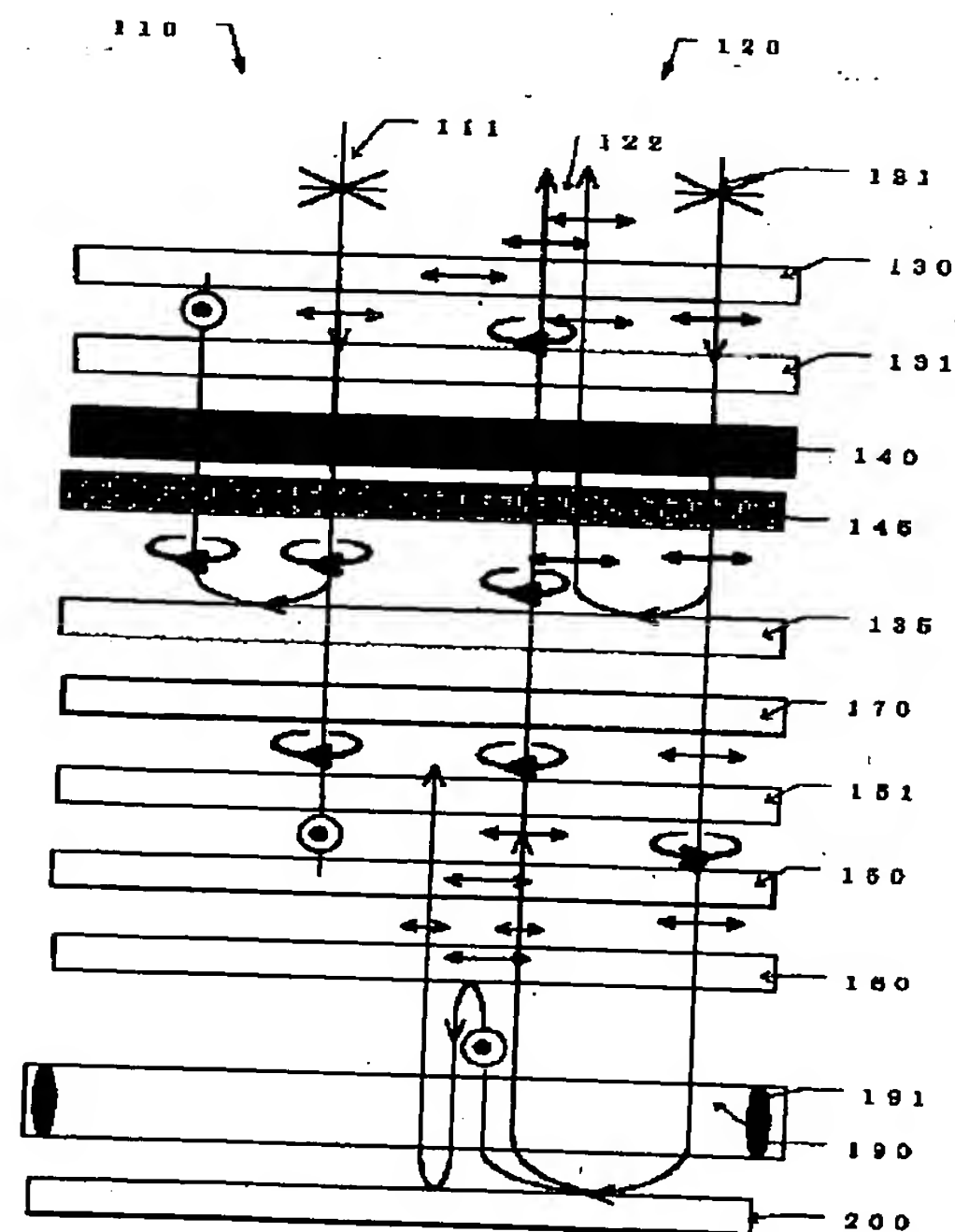
【図1】



【図7】

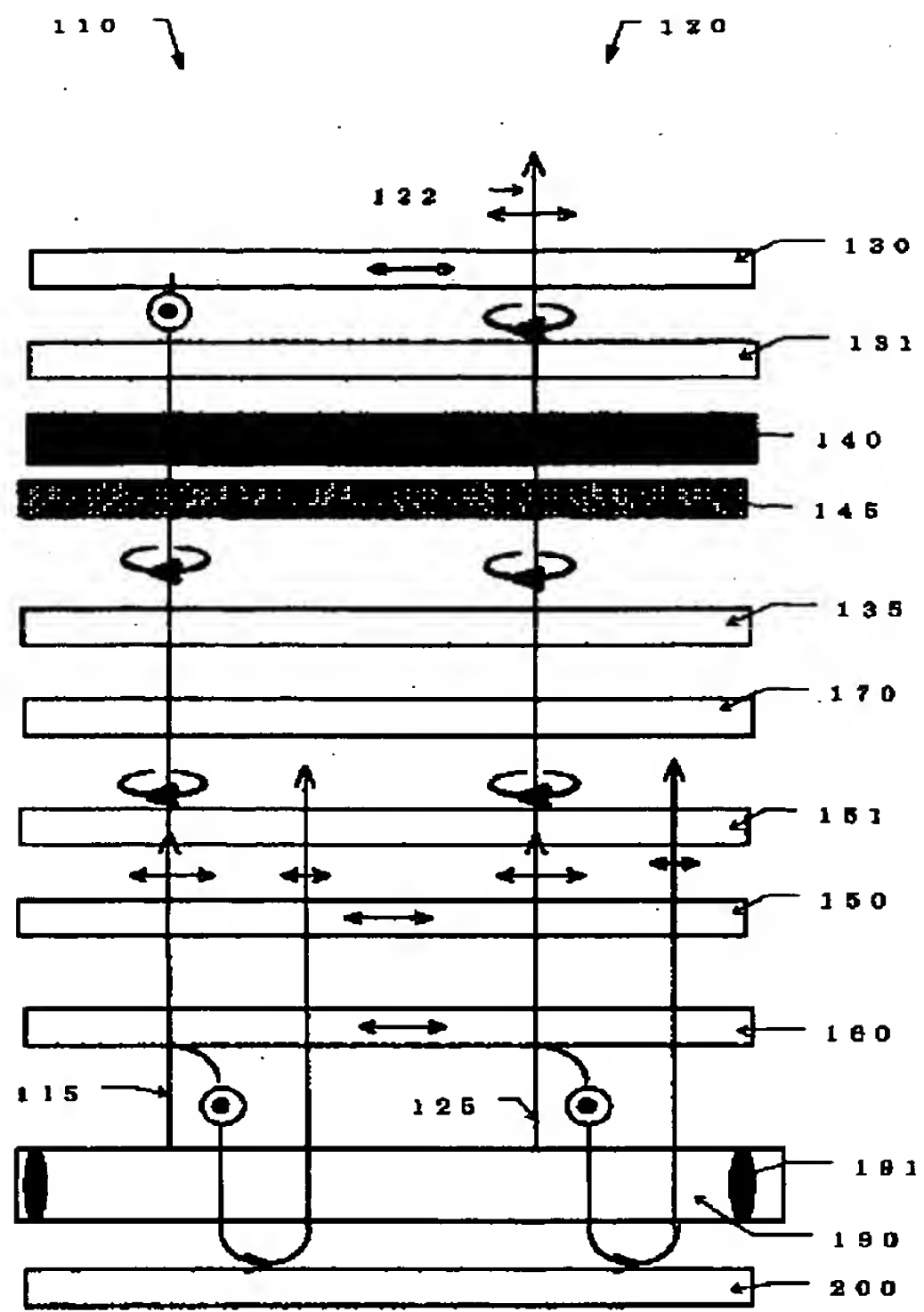


【図2】

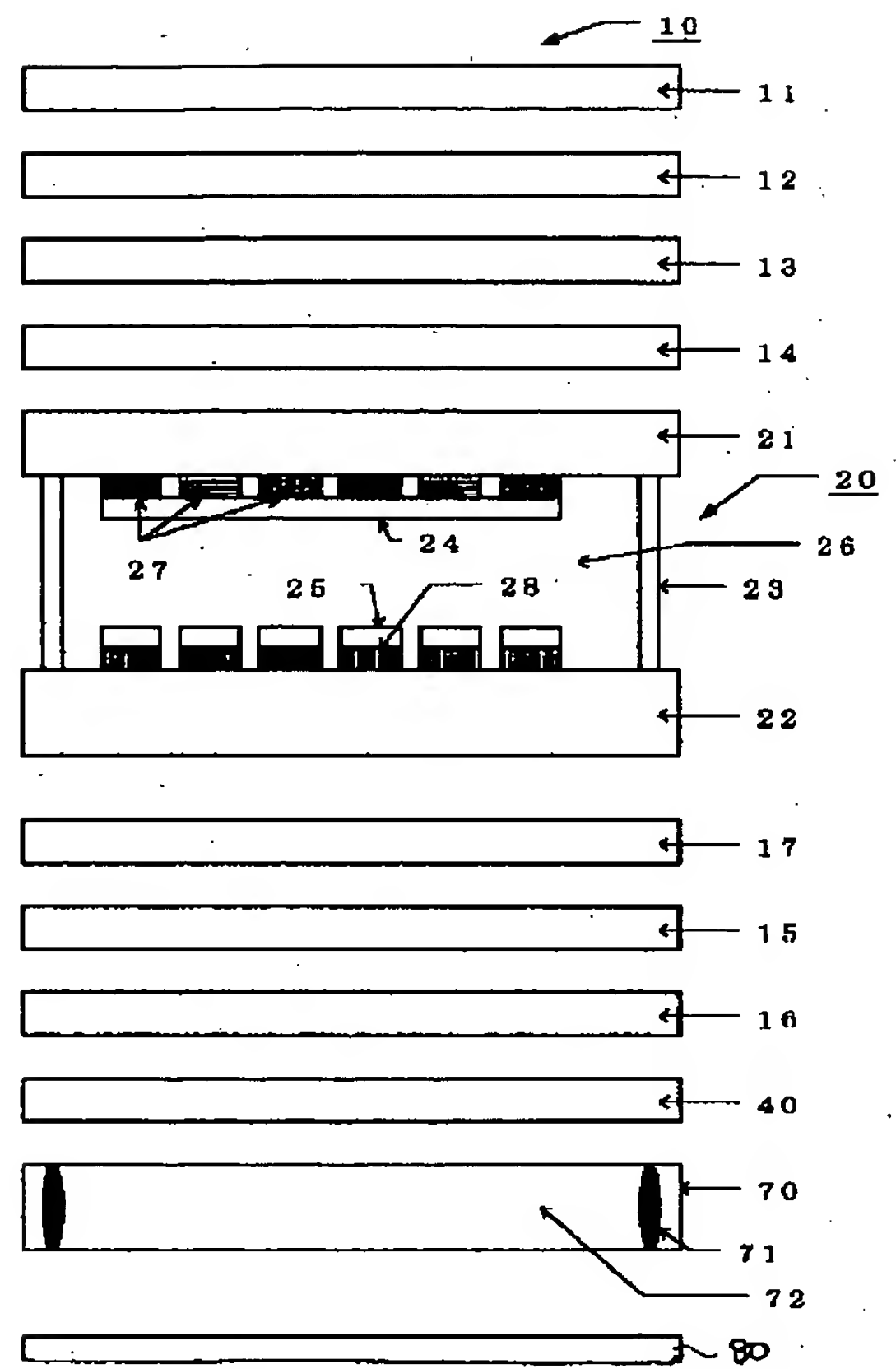


(9)

【図3】

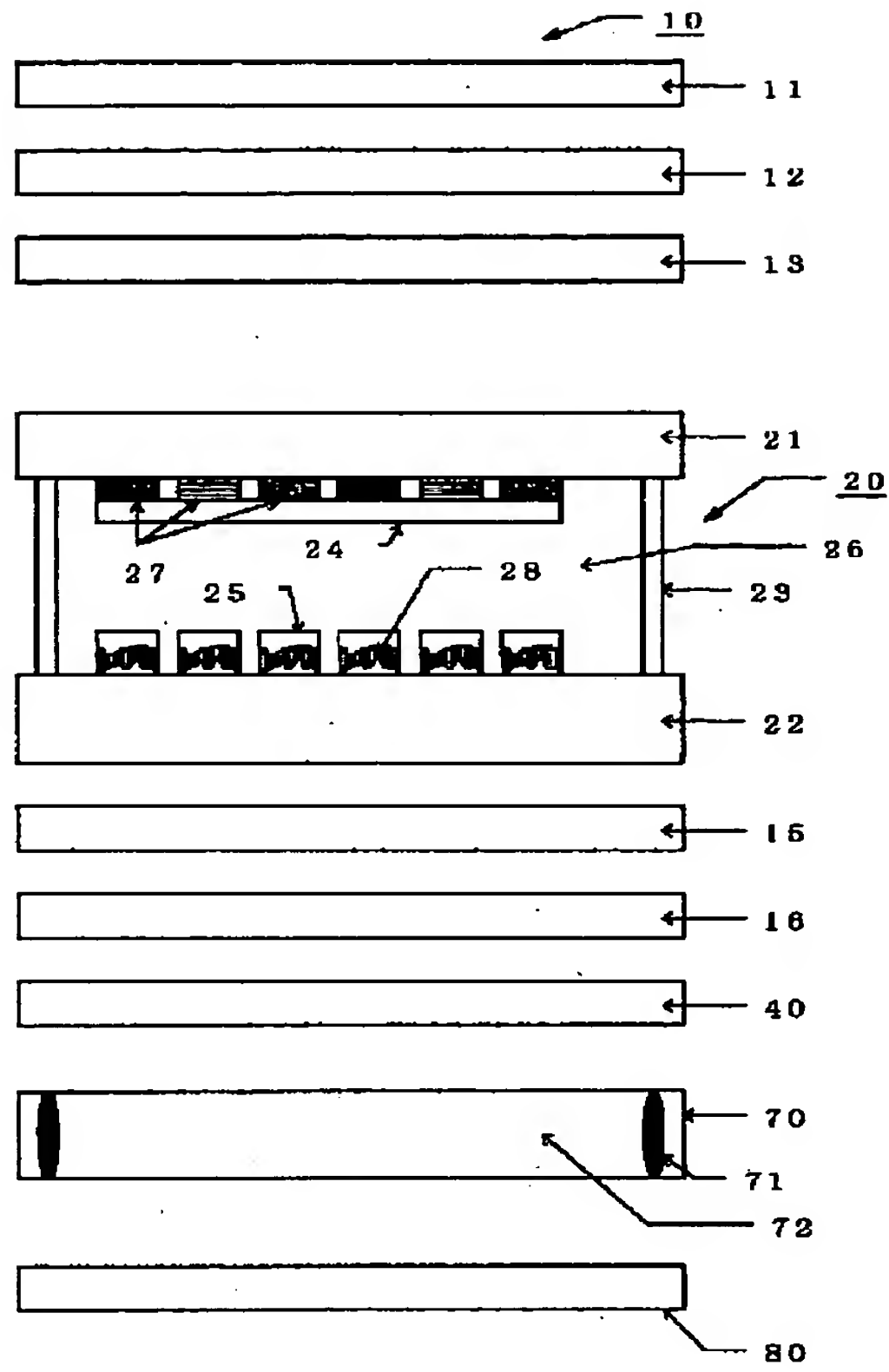


【図4】

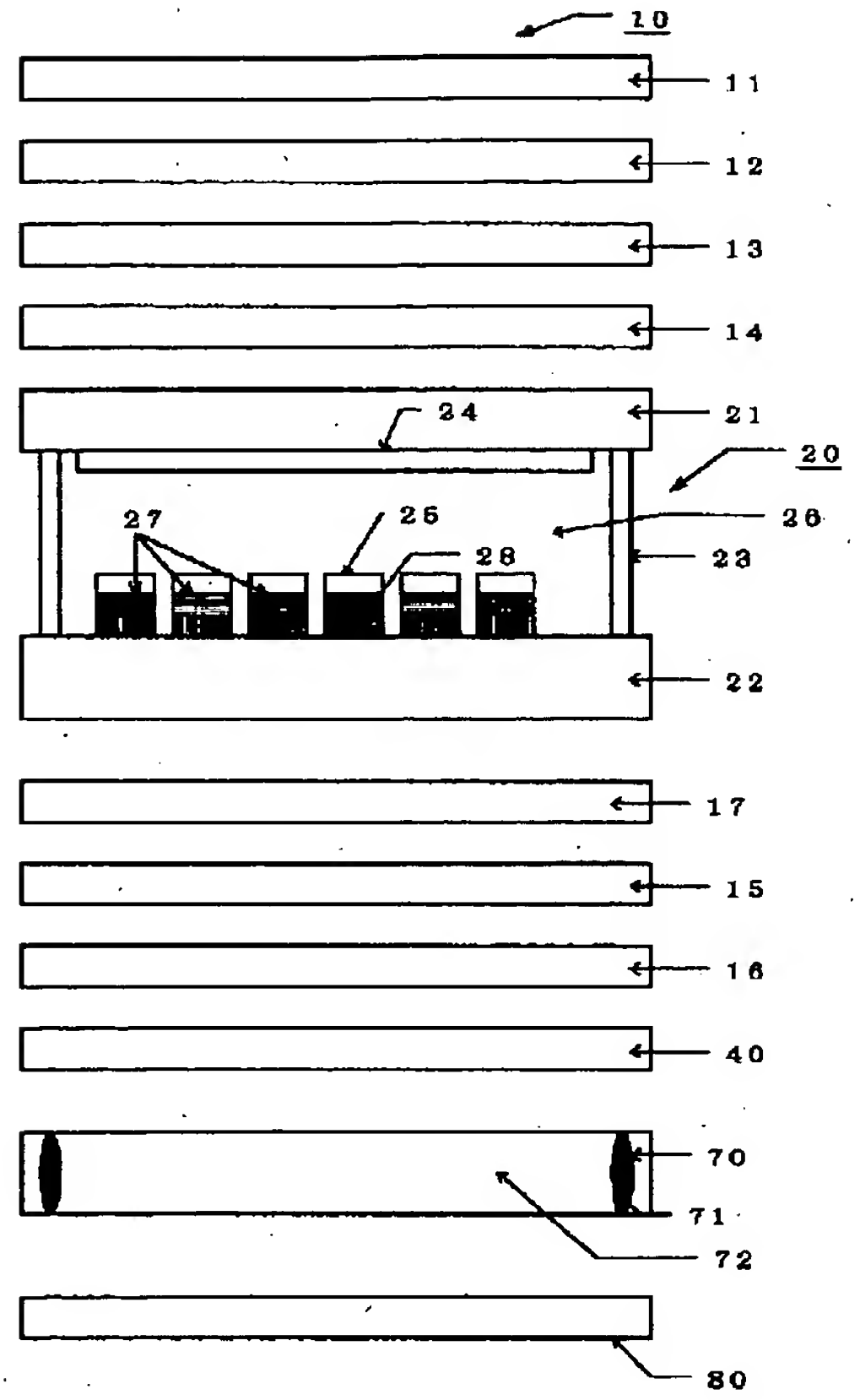


(10)

【図5】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.